

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 10 SEP 2004
WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 9月11日

出願番号
Application Number: 特願2003-320077

[ST. 10/C]: [JP2003-320077]

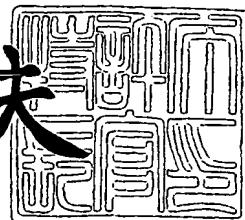
出願人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 6月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2004-3052397

【書類名】 特許願
【整理番号】 2003-3743Z
【提出日】 平成15年 9月11日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B60R 21/00
G01S 17/93

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 阿部 恭一

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 所 節夫

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 鈴木 浩二

【特許出願人】
【識別番号】 000003207
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】
【識別番号】 100088155
【弁理士】
【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】
【識別番号】 100089978
【弁理士】
【氏名又は名称】 塩田 辰也

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 014708
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲

【請求項1】

レーダにより物体を検出するレーダ検出手段と、

画像により物体を検出する画像検出手段と、

前記レーダ検出手段による検出結果と前記画像検出手段による検出結果とを照合する照合手段と

を備え、

前記照合手段は、前記レーダ検出手段で検出した各物体に対して前記画像検出手段で検出した物体の中で最も近い位置にある物体との組合せを検出し、前記画像検出手段で検出した各物体に対して前記レーダ検出手段で検出した物体の中で最も近い位置にある物体との組合せを検出し、前記レーダ検出手段で検出した各物体に対する組合せと前記画像検出手段で検出した各物体に対する組合せとにおいて一致する組合せがあるか否かを判定し、一致する組合せがある場合には前記2つの検出手段で同一の物体を検出していると判断することを特徴とする物体検出装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】物体検出装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーダによる検出と画像による検出とを利用した物体検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、衝突防止装置、車間距離制御装置、追従走行装置等の運転支援システムが開発されている。これら運転支援システムでは、自車の前方を走行する車両等の物体（障害物）を検出することが重要となる。物体検出装置には、検出精度を向上させるために、レーザレーダ等のレーダによる検出手段及びステレオカメラ等の画像による検出手段の2つの検出手段を備える装置がある（特許文献1、特許文献2参照）。この2つの検出手段を備える物体検出装置では、レーダによる検出結果と画像による検出結果とを照合し、この照合結果に基づいて前方の物体を検出している。

【特許文献1】特開2003-84064号公報

【特許文献2】特開平7-125567号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、従来の2つの検出手段を備える物体検出装置では、両方の検出手段において確からしい物体を検出しているので、確からしい物体として複数の物体を検出してしまった場合がある。つまり、一方の検出手段による検出結果をベースにして他方の検出手段による検出結果を照合する一方向の照合しか行っていないので、1個の物体に対して複数の物体を照合してしまうことがある。そのため、照合した後の処理において、複数の物体を1個の物体に絞り込む処理が必要となり、複雑な計算を行わなければならない。また、その後処理において、1個の物体に絞りこめない場合もある。

【0004】

そこで、本発明は、簡単な手法で高精度に物体を検出することができる物体検出装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係る物体検出装置は、レーダにより物体を検出するレーダ検出手段と、画像により物体を検出する画像検出手段と、レーダ検出手段による検出結果と画像検出手段による検出結果とを照合する照合手段とを備え、照合手段は、レーダ検出手段で検出した各物体に対して画像検出手段で検出した物体の中で最も近い位置にある物体との組合せを検出し、画像検出手段で検出した各物体に対してレーダ検出手段で検出した物体の中で最も近い位置にある物体との組合せを検出し、レーダ検出手段で検出した各物体に対する組合せと画像検出手段で検出した各物体に対する組合せとにおいて一致する組合せがあるか否かを判定し、一致する組合せがある場合には2つの検出手段で同一の物体を検出していると判断することを特徴とする。

【0006】

この物体検出装置では、レーダ検出手段によって物体を検出するとともに、画像検出手段によって物体を検出する。そして、物体検出装置の照合手段では、レーダ検出手段で検出した各物体を基準として画像検出手段で検出した全ての物体を照合し、その基準とした物体に最も近い物体を選択し、その基準とした物体と選択した物体とを組合せとする。また、照合手段では、画像検出手段で検出した各物体を基準としてレーダ検出手段で検出した全ての物体を照合し、その基準とした物体に最も近い物体を選択し、その基準とした物体と選択した物体とを組合せとする。さらに、照合手段では、レーダ検出手段で検出した各物体を基準とした組合せと画像検出手段で検出した各物体を基準とした組合せとを比較し、一致する組合せがあるか否かを判定する。そして、照合手段では、一致する組合せが

ある場合にはレーダ検出手段と画像検出手段の両方の検出手段で同一の物体を検出したと判断し、その一致する組合せの物体を検出対象の物体であると特定する。このように、物体検出装置では、2つの検出手段の両方向から照合し、各照合においても基準となる物体に対して1個の物体のみを選択し、さらに、両方向からの照合結果のアンド条件を満たすものだけを検出対象の物体としているので、検出精度が非常に高い。また、物体検出装置では、各照合において最も近い物体を選択し、両方向からの照合結果において一致する組合せがあるか否かを判定するだけの非常に簡単な方法によって2つの検出手段による検出結果から検出対象の物体を特定することができるので、処理負荷が低減する。

【0007】

なお、レーダ検出手段としては、例えば、ミリ波レーダ、レーザレーダがある。画像検出手段としては、例えば、ステレオカメラがある。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、非常に簡単な照合手法により、レーダによる物体の検出結果と画像による物体の検出結果が同一の検出対象の物体を検出しているかどうかを非常に高い精度で判断できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、図面を参照して、本発明に係る物体検出装置の実施の形態を説明する。

【0010】

本実施の形態では、本発明に係る物体検出装置を、自動車に搭載され、前方の障害物を検出する障害物検出装置に適用する。本実施の形態に係る障害物検出装置は、ミリ波レーダ及びステレオカメラの2つの検出手段を備えている。

【0011】

図1を参照して、障害物検出装置1について説明する。図1は、本実施の形態に係る障害物検出装置の構成図である。

【0012】

障害物検出装置1は、自動車に搭載され、自車の前方の障害物（車両等）を検出する装置である。障害物検出装置1は、前方の障害物に関する情報を必要とする衝突防止装置、車間距離制御装置、追従走行装置等の運転支援装置に障害物情報を提供する。障害物検出装置1では、2つの検出手段による検出結果を簡単な方法により照合し、高精度に自車の前方の障害物を特定する。そのために、障害物検出装置1は、ミリ波レーダ2、ステレオカメラ3及びECU4[Electronic Control Unit]を備えている。なお、障害物検出装置1は、運転支援装置と別体とし、運転支援装置に検出した障害物情報を送信する構成でもよいし、あるいは、運転支援装置に組み込まれる構成でもよい。

【0013】

本実施の形態では、ミリ波レーダ2が特許請求の範囲に記載するレーダ検出手段に相当し、ステレオカメラ3が特許請求の範囲に記載する画像検出手段に相当し、ECU4が特許請求の範囲に記載する照合手段に相当する。

【0014】

ここで、本実施の形態で使用する用語について説明しておく。ミリ波物標は、ミリ波レーダ2によって検出した物体（物標）である。画像物標は、ステレオカメラ3によって検出した物体（物標）である。フュージョン物標は、ミリ波物標と画像物標とを照合することによってミリ波レーダ2及びステレオカメラ3の両方の検出手段で検出された物体であると特定された物体（物標）であり、障害物検出装置1における障害物情報となる。単独ミリ波物標は、ミリ波レーダ2でのみ検出した物体（物標）であり、つまり、ミリ波物標の中からフュージョン物標を除いたものである。単独画像物標は、ステレオカメラ3でのみ検出した物体（物標）であり、つまり、画像物標の中からフュージョン物標を除いたものである。各物標は、自車からの位置を特定するために、自車からの距離、自車との相対速度、自車の進行方向に対する角度（横位置情報）等の情報を有している。

【0015】

ミリ波レーダ2は、ミリ波を利用して物体を検出するレーダである。ミリ波レーダ2は、自動車の前面の中央に取り付けられる。ミリ波レーダ2では、ミリ波を水平面内でスキヤンしながら自車から前方に向けて出射し、反射してきたミリ波を受信する。そして、ミリ波レーダ2では、出射から受信までの時間を計測することによって自車の前端部から前方の物体までの距離を計算する。また、ミリ波レーダ2では、ドップラ効果を利用して前方の物体との相対速度を計算する。また、ミリ波レーダ2では、反射してきたミリ波の中で最も強く反射してきたミリ波の方向を検出し、その方向から自車の進行方向と物体の方向とのなす角度を計算する。ミリ波レーダ2による物体検出では、反射したミリ波を受信できた場合に物体を検出したことになるので、反射したミリ波を受信する毎に1個のミリ波物標が得られる。なお、ミリ波レーダ2で距離、相対速度、角度を計算する構成としているが、ミリ波レーダ2で検出した検出値に基づいてECU4で計算する構成としてもよい。

【0016】

なお、ミリ波レーダ2による検出では、距離及び相対速度の精度が高く、角度の精度が低い。ミリ波レーダ2では、送信したミリ波が反射して戻るまでの時間により距離を演算するので、距離の精度が高い。また、ミリ波レーダ2では、ドップラ効果を利用して相対速度を演算するので、相対速度の精度が高い。しかし、ミリ波は検出対象の物体の幅方向のいずれの箇所で最も強く反射してきたかが判らないので、幅方向の位置（横位置）が変動し、角度の精度は低くなる。

【0017】

ステレオカメラ3は、2台のCCDカメラ（図示せず）からなり、2台のCCDカメラが水平方向に数10cm程度離間されて配置されている。ステレオカメラ3も、自動車の前面の中央に取り付けられる。ステレオカメラ3では、2つのCCDカメラで撮像した各画像データを画像処理部（図示せず）に送信する。この画像処理部は、ステレオカメラ3に一体で設けられてもよいし、あるいは、ECU4内に構成されてもよい。

【0018】

画像処理部では、各画像データから物体を特定し、物体の位置に関する情報を計算する。ステレオカメラ3による物体検出では、2つの画像データから物体を特定できた場合に物体を検出したことになるので、物体を特定する毎に1個の画像物標が得られる。画像処理部では、2つの画像データにおける物体の見え方のずれを利用して三角測量的に自車の前端部から前方の物体までの距離を計算する。また、画像処理部では、その算出した距離の時間変化から相対速度を計算する。また、画像処理部では、検出した物体の幅方向の両端部を検出し、自車の進行方向と2つの端部の方向とのなす角度をそれぞれ計算する。したがって、画像物標の横位置情報は物体の幅方向の両端部に対する2つの角度情報からなる。

【0019】

なお、ステレオカメラ3による検出では、距離及び相対速度の精度が低く、角度の精度が高い。左右の画像データから検出対象の物体の幅方向の両端部を高精度に検出できるので、角度の精度は高くなる。しかし、数10cm程度離間した左右のCCDカメラによる画像データを利用しているので、距離を計算する際に非常に鋭角な三角測量となり、距離及び相対速度の精度は低くなる。

【0020】

ECU4は、CPU[Central Processing Unit]、ROM[Read Only Memory]、RAM[Random Access Memory]等からなる電子制御ユニットである。ECU4は、ミリ波レーダ2及びステレオカメラ3が接続され、ミリ波レーダ2からミリ波物標を取り入れ、ステレオカメラ3から画像物標を取り入れる。そして、ECU4では、ミリ波物標と画像物標とを照合し、障害物情報（フュージョン物標、単独ミリ波物標、単独画像物標）を求める。なお、ECU4に画像処理部が構成される場合、ECU4では、ステレオカメラ3から画像データを取り入れ、画像データから画像物標を求める。

【0021】

図2を参照して、ECU4における照合処理について説明する。図2は、障害物検出装置におけるミリ波物標と画像物標との照合処理の説明図である。なお、図2に示す例では、ミリ波レーダ2による検出によって5つのミリ波物標M1～M5が得られ、ステレオカメラ3による検出によって6つの画像物標I1～I6が得られている。

【0022】

ECU4では、ミリ波レーダ2による検出結果から n_m 個のミリ波物標が得られた場合、ミリ波物標を基準とした照合を行うために n_m 個から1個づつミリ波物標を取り出す。そして、ECU4では、基準となるミリ波物標と n_i 個の画像物標とを順次照合し、基準となるミリ波物標に最も近い画像物標を1個だけ選択する。この照合では、自車からの距離及び自車の進行方向に対する角度を照合し、必要に応じて自車との相対速度も照合する。距離の照合では、ミリ波レーダ2の精度に応じて閾値として距離差（例えば、数メートル）が設けられている。ECU4では、基準となるミリ波物標の自車からの距離と最も近い画像物標の自車からの距離との距離差が閾値以上の場合には最も近い画像物標を選択不可とする。また、角度の比較では、ミリ波レーダ2の精度に応じて閾値として角度差（例えば、数°）が設けられている。ECU4では、基準となるミリ波物標の自車の進行方向に対する角度と最も近い画像物標の自車の進行方向に対する角度との角度差が閾値以上の場合には最も近い画像物標を選択不可とする。そして、ECU4では、最も近い画像物標を選択できた場合にはその基準としたミリ波物標と選択した画像物標とをミリ波ベースペアとして保持する。ECU4では、ミリ波物標を基準とした上記照合を n_m 回繰り返し行う。

【0023】

図2に示す例では、ミリ波物標M1を基準とした場合には画像物標I1が選択されてミリ波ベースペアMP1ができ、ミリ波物標M2を基準とした場合には画像物標I2が選択されてミリ波ベースペアMP2ができ、ミリ波物標M3を基準とした場合には画像物標I2が選択されてミリ波ベースペアMP3ができ、ミリ波物標M4を基準とした場合には全ての画像物標I1～I6との比較において閾値を超えてミリ波ベースペアができず、ミリ波物標M5を基準とした場合には画像物標I3が選択されてミリ波ベースペアMP4ができる。

【0024】

ECU4では、ステレオカメラ3による検出結果から n_i 個の画像物標が得られた場合、画像物標を基準とした照合を行うために n_i 個から1個づつ画像物標を取り出す。そして、ECU4では、基準となる画像物標と n_m 個のミリ波物標とを順次照合し、基準となる画像物標に最も近いミリ波物標を1個だけ選択する。この照合でも、ミリ波物標を基準とした照合と同様に、自車からの距離及び自車の進行方向に対する角度を照合し、ステレオカメラ3の精度に応じた閾値として距離差及び角度差が設定されている。ECU4では、基準となる画像物標と最も近いミリ波物標との距離差が閾値以上の場合又は角度差が閾値以上の場合には最も近いミリ波物標を選択不可とする。そして、ECU4では、最も近いミリ波物標を選択できた場合にはその基準とした画像物標と選択したミリ波物標とを画像ベースペアとして保持する。ECU4では、画像物標を基準とした上記照合を n_i 回繰り返し行う。

【0025】

図2に示す例では、画像物標I1を基準とした場合にはミリ波物標M1が選択されて画像ベースペアIP1ができ、画像物標I2を基準とした場合にはミリ波物標M2が選択されて画像ベースペアIP2ができ、画像物標I3を基準とした場合にはミリ波物標M5が選択されて画像ベースペアIP3ができ、画像物標I4を基準とした場合にはミリ波物標M5が選択されて画像ベースペアIP4ができ、画像物標I5を基準とした場合には全てのミリ波物標M1～M5の照合において閾値を超えて画像ベースペアができず、画像物標I6を基準とした場合には全てのミリ波物標M1～M5の照合において閾値を超えて画像ベースペアができない。

【0026】

続いて、ECU4では、ミリ波ベースペアと画像ベースペアとを順次比較し、同一のミリ波物標と画像物標とからなるミリ波ベースペア及び画像ベースペアを選択する。そして、ECU4では、その選択した同一のミリ波物標と画像物標とからなるペアをフュージョンペア（フュージョン物標）とし、そのフュージョン物標の情報として距離と相対速度の情報をミリ波物標が有している情報から設定し、角度の情報を画像物標が有している情報から設定する。さらに、ECU4では、ミリ波物標の中でフュージョン物標として選ばれなかったものを単独ミリ波物標とし、画像物標の中でフュージョン物標として選ばれなかったものを単独画像物標とする。

【0027】

図2に示す例では、ミリ波ベースペアMP1と画像ベースペアIP1とは同一のミリ波物標M1と画像物標I1とからなるのでフュージョンペアFP1ができ、ミリ波ベースペアMP2と画像ベースペアIP2とは同一のミリ波物標M2と画像物標I2とからなるのでフュージョンペアFP2ができ、ミリ波ベースペアMP4と画像ベースペアIP3とは同一のミリ波物標M5と画像物標I3とからなるのでフュージョンペアFP3ができ、ミリ波ベースペアMP3は同一のミリ波物標と画像物標とからなる画像ベースペアがなく、画像ベースペアIP4は同一のミリ波物標と画像物標とからなるミリ波ベースペアがない。

【0028】

図1を参照して、障害物検出装置1における照合処理を図3のフローチャートに沿って説明する。図3は、図1の障害物検出装置における照合処理を示すフローチャートである。

【0029】

障害物検出装置1では、ミリ波レーダ2による物体検出によってミリ波物標(n_m 個)を検出し、ステレオカメラ3による物体検出によって画像物標(n_i 個)を検出する。

【0030】

まず、障害物検出装置1では、ミリ波物標をベースにして、 n_i 個の画像物標と各々照合する。そして、障害物検出装置1では、ベースのミリ波物標に最も近い画像物標を選択し、そのミリ波物標と画像物標との距離差及び角度差が両方閾値以下の場合にそのベースのミリ波物標と最も近い画像物標とをペアとしたミリ波ベースペアを確定する(S1)。続いて、障害物検出装置1では、 n_m 個のミリ波物標についての照合が全て終了したかを判定し(S2)、全て終了するまでS1の処理を繰り返し実行する。このように、障害物検出装置1では、ミリ波レーダ2による検出結果をベースにしてステレオカメラ3による検出結果を探索し、各ミリ波物標に対して最も確からしい画像物標を1個だけ特定する。

【0031】

次に、障害物検出装置1では、画像物標をベースにして、 n_m 個のミリ波物標と各々照合する。そして、障害物検出装置1では、ベースの画像物標に最も近いミリ波物標を選択し、その画像物標とミリ波物標との距離差及び角度差が両方閾値以下の場合にそのベースの画像物標と最も近いミリ波物標とをペアとした画像ベースペアを確定する(S3)。続いて、障害物検出装置1では、 n_i 個の画像物標についての照合が全て終了したかを判定し(S4)、全て終了するまでS3の処理を繰り返し実行する。このように、障害物検出装置1では、ステレオカメラ3による検出結果をベースにしてミリ波レーダ2による検出結果を探索し、各画像物標に対して最も確からしいミリ波物標を1個だけ特定する。

【0032】

そして、障害物検出装置1では、確定した全てのミリ波ベースペアと全ての画像ベースペアとを照合し、同一のミリ波物標と画像物標とからなるミリ波ベースペアと画像ベースペアを見つけ出す(S5)。障害物検出装置1では、同一のミリ波物標と画像物標とからなるミリ波ベースペアと画像ベースペアとを見つけ出せた場合にはその同一のミリ波物標

と画像物標とをフュージョンペアと確定し、フュージョン物標の情報（距離、相対速度、角度）を設定する（S5）。このように、障害物検出装置1では、ミリ波物標及び画像物標による両方向からの照合結果（ミリ波ベースペア及び画像ベースペア）を照合し、2つのペアにおけるミリ波物標と画像物標とが一致する場合のみフュージョン物標として確定する。

【0033】

障害物検出装置1では、フュージョン物標（n3個）を確定すると、単独ミリ波物標（n1=n_m-n3個）を確定するとともに単独画像物標（n2=n_i-n3個）を確定する（S6）。このように、障害物検出装置1では、ミリ波レーダ2による検出によってミリ波物標及ステレオカメラ3による検出によって画像物標とを得る毎に、フュージョン物標、単独ミリ波物標、単独画像物標を確定していく。

【0034】

障害物検出装置1によれば、ミリ波物標と画像物標の両方向から照合を行いつつ両方向からの照合結果が一致した場合だけ前方にある物体をフュージョン物標として確定するので、画像で検出した物体とミリ波で検出した物体が一致していると判断する精度（フュージョン精度）が非常に高い。また、障害物検出装置1によれば、一方の物標に対して他方の物標の中から最も近い物標を選択し、かつ、ミリ波ベースペアと画像ベースペアとで一致するペアを探索するだけの簡単な処理によって照合を行うので、処理負荷が軽い。

【0035】

障害物検出装置1では、前方を走行している車両等の画像による検出結果とミリ波による検出結果を照合することができるので、様々な運転支援システムに確度の高い障害物情報を提供することができる。そのため、ドライバに対して適切な運転支援を行うことができる。

【0036】

以上、本発明に係る実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されることなく様々な形態で実施される。

【0037】

例えば、本実施の形態では自動車に搭載される障害物検出装置に適用したが、非接触で物体を検出する様々な物体検出に適用可能である。

【0038】

また、本実施の形態ではミリ波レーダ、ステレオカメラで2つの検出手段を構成したが、レーザレーダ等の他の検出手段で構成してもよいし、3つ以上の検出手段で構成してもよい。

【0039】

また、本実施の形態では各物標の位置を距離、相対速度、角度で特定したが、2次元座標系等の他の情報で各物標の位置を特定してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本実施の形態に係る障害物検出装置の構成図である。

【図2】図1の障害物検出装置におけるミリ波物標と画像物標との照合処理の説明図である。

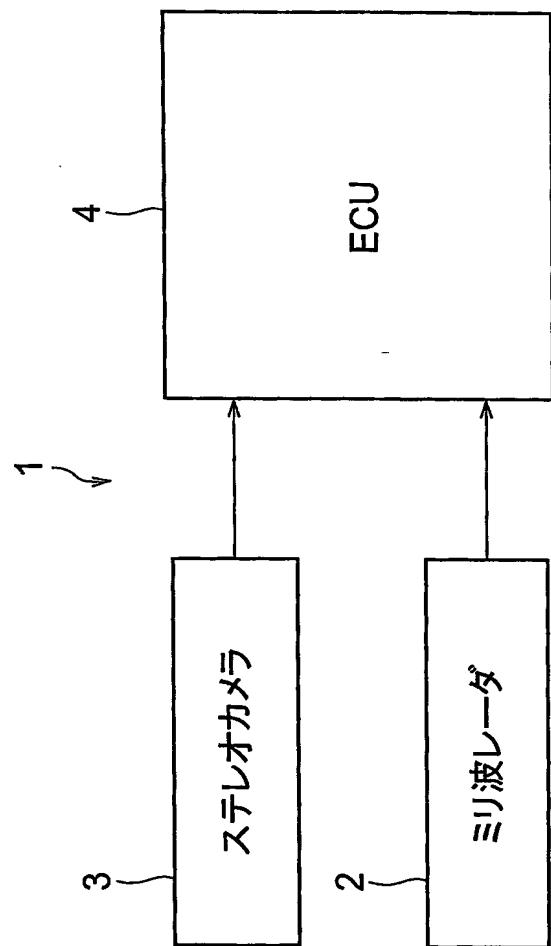
【図3】図1の障害物検出装置における照合処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

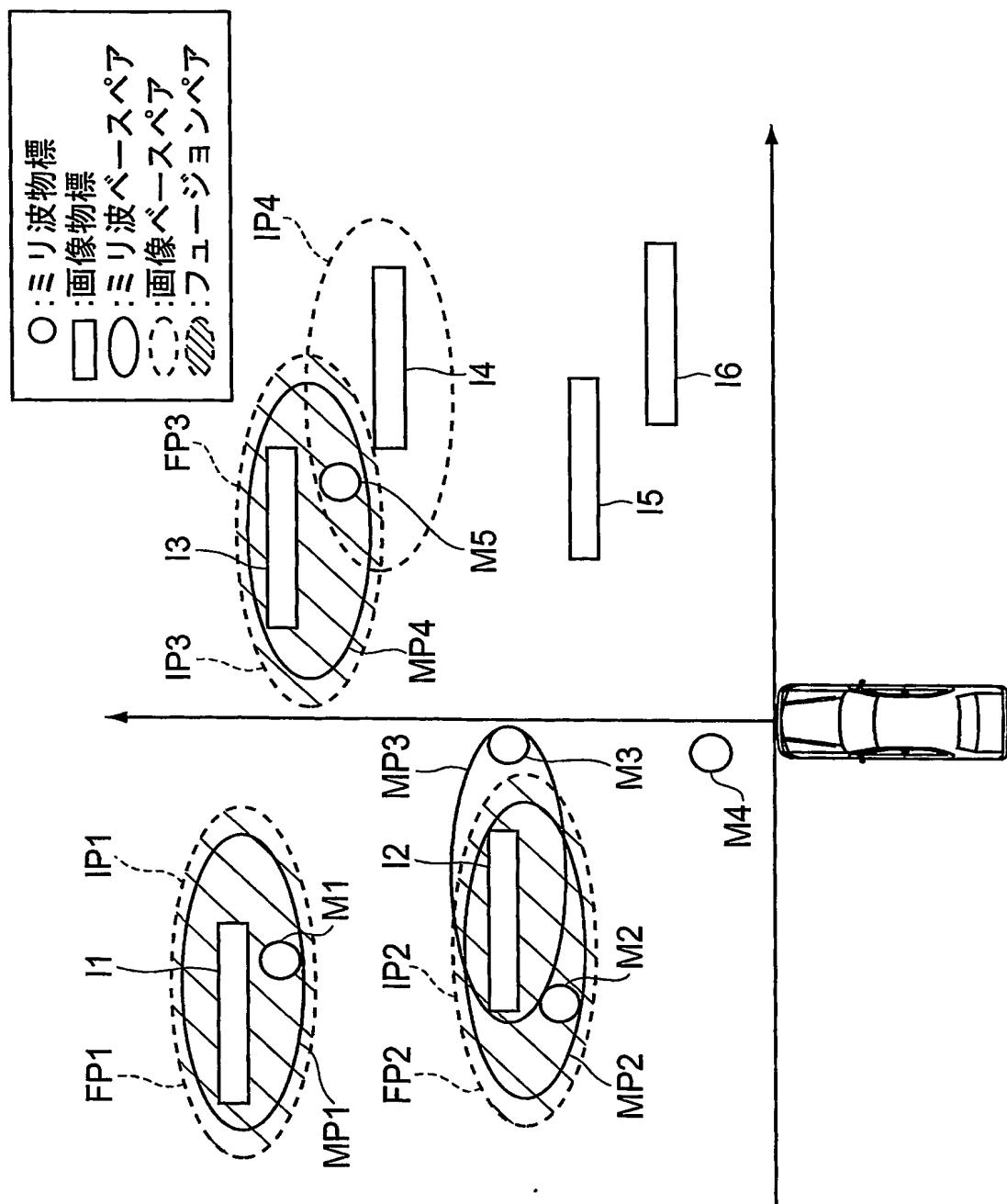
【0041】

1…障害物検出装置、2…ミリ波レーダ、3…ステレオカメラ、4…ECU

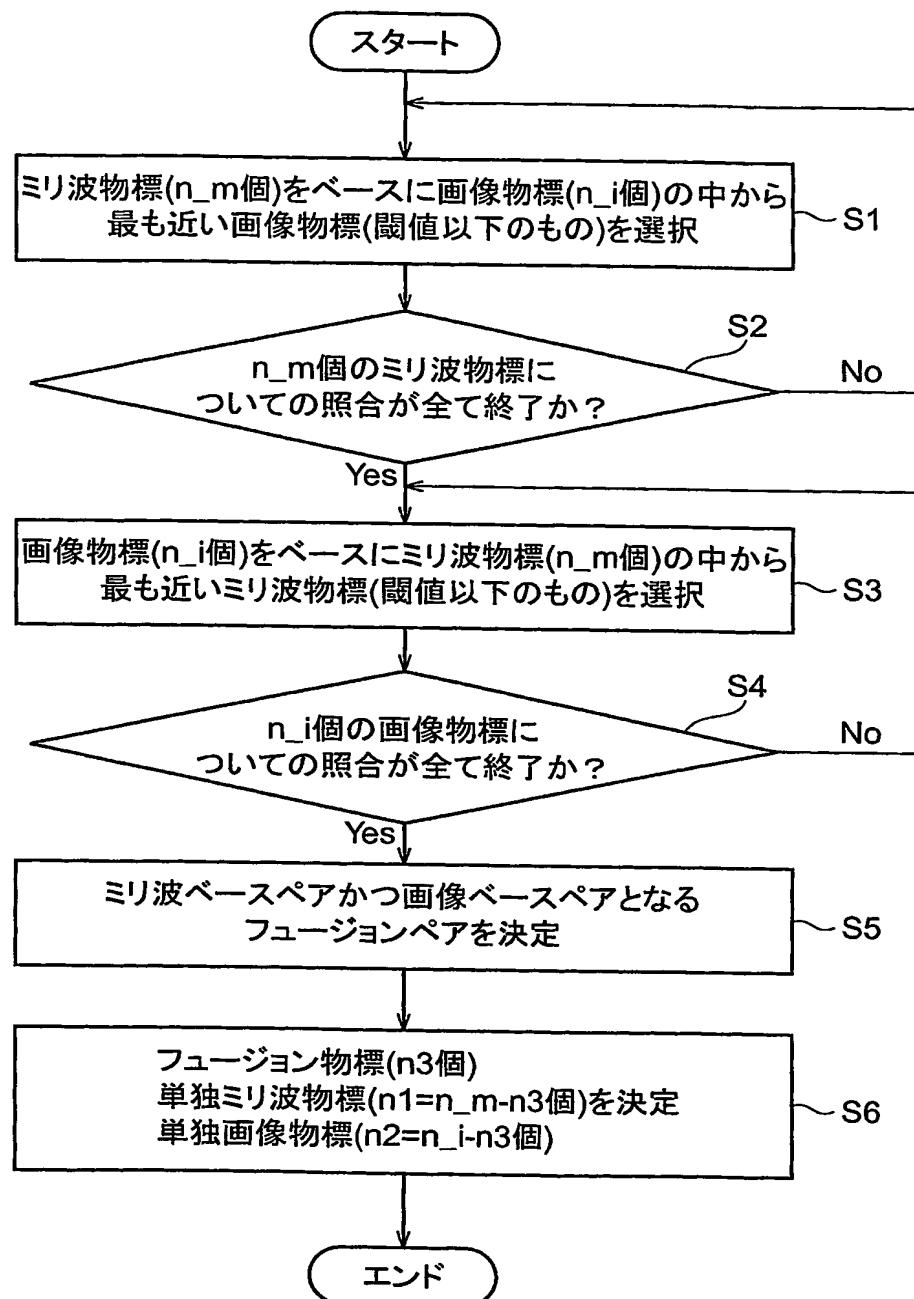
【書類名】図面
【図1】



【図2】



【図3】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 簡単な手法で高精度に物体を検出することができる物体検出装置を提供することを課題とする。

【解決手段】 物体検出装置であって、レーダにより物体を検出するレーダ検出手段と、画像により物体を検出する画像検出手段と、レーダ検出手段による検出結果と画像検出手段による検出結果とを照合する照合手段とを備え、照合手段は、レーダ検出手段で検出した各物体に対して画像検出手段で検出した物体の中で最も近い位置にある物体との組合せを検出し（S1、S2）、画像検出手段で検出した各物体に対してレーダ検出手段で検出した物体の中で最も近い位置にある物体との組合せを検出し（S3、S4）、レーダ検出手段で検出した各物体に対する組合せと画像検出手段で検出した各物体に対する組合せとにおいて一致する組合せがあるか否かを判定し、一致する組合せがある場合には2つの検出手段で同一の物体を検出していると判断することを特徴とする（S5）。

【選択図】 図3

特願 2003-320077

出願人履歴情報

識別番号

[000003207]

1. 変更年月日

1990年 8月27日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.